



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0044953

(51)^{2020.01} C23C 22/00; C21D 9/46; H01F 1/18;
C22C 38/06; C21D 8/12; C22C 38/00

(13) B

(21) 1-2022-02329

(22) 18/09/2020

(86) PCT/JP2020/035519 18/09/2020

(87) WO 2021/054450 A1 25/03/2021

(30) 2019-171251 20/09/2019 JP

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/07/2022 412A

(71) NIPPON STEEL CORPORATION (JP)

6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008071 Japan

(72) TAKEDA, Kazutoshi (JP); YAMAZAKI, Shuichi (JP); MATSUMOTO, Takuya (JP); FUJII, Hiroyasu (JP); TAKAHASHI, Masaru (JP).

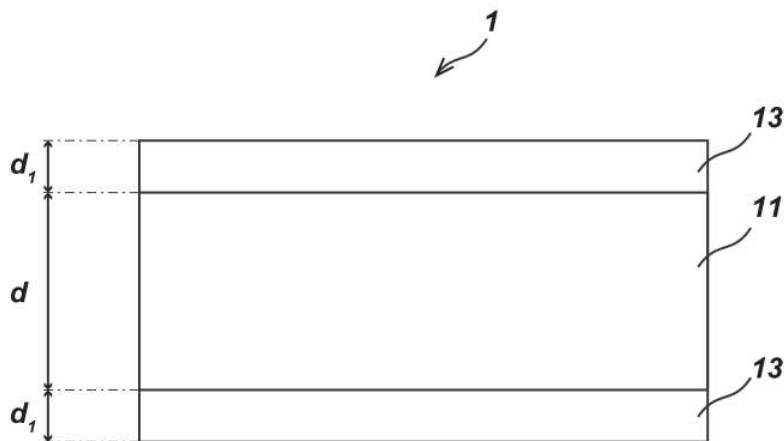
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) TẤM THÉP ĐIỆN KHÔNG ĐỊNH HƯỚNG

(21) 1-2022-02329

(57) Sáng chế đề cập đến tấm thép điện không định hướng bao gồm tấm thép kim loại nền và màng phủ cách điện được tạo ra trên bề mặt của tấm thép kim loại nền, trong đó màng phủ cách điện chủ yếu chứa phosphat kim loại, nhựa hữu cơ, và hợp chất hữu cơ tan trong nước, hợp chất hữu cơ tan trong nước có giá trị thông số độ hòa tan (solubility parameter, SP) nằm trong khoảng từ 10,0 đến 20,0 $(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$, phosphat kim loại chứa các nguyên tố kim loại là nhôm và kẽm, và khi được đo bằng phổ học quang điện tử bằng tia X được thực hiện từ bề mặt của lớp phủ cách điện theo hướng độ dày của tấm thép điện không định hướng, độ sâu mà tại đó độ bền ở đỉnh 2p của kẽm đạt giá trị cực đại gần phía bề mặt hơn so với độ sâu mà tại đó độ bền ở đỉnh 2p của nhôm đạt giá trị cực đại, và giá trị cực đại của độ bền ở đỉnh 2p của kẽm gấp từ 1 đến 20 lần độ bền ở đỉnh 2p của nhôm tại độ sâu mà tại đó độ bền ở đỉnh 2p của kẽm đạt giá trị cực đại.

Fig.1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tấm thép điện không định hướng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Bề mặt của các tấm thép điện không định hướng thường được phủ các màng phủ cách điện. Ngoài đặc tính cách điện, các đặc tính lớp phủ khác nhau được yêu cầu đối với các màng phủ cách điện như khả năng chống ăn mòn, độ bám dính, khả năng chống chịu nhiệt để chống chịu được quá trình tôi, và độ ổn định để làm lớp phủ. Trên thực tế thông thường, các màng phủ cách điện được pha trộn với cromat, và nhờ đó tạo ra các đặc tính lớp phủ ở mức độ cực kỳ cao. Tuy nhiên, trong bối cảnh nhận thức về các vấn đề môi trường ngày càng tăng, các màng phủ cách điện không có các cromat gần đây đã được phát triển.

Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ tấm thép điện không định hướng bao gồm màng phủ cách điện mà chủ yếu chứa nhựa hữu cơ và một loại phosphat kim loại được chọn từ các nguyên tố kim loại cụ thể.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP11-80971A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, mặc dù màng phủ cách điện cải thiện khả năng đột dập (có nghĩa là, khả năng gia công) và phát huy đặc tính cách điện tuyệt vời trong trường hợp sử dụng màng phủ cách điện không có cromat như được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 1, thì vẫn có chỗ để cải thiện trong việc tạo ra màng phủ cách điện mà kết hợp thêm độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và khả năng chống chịu nhiệt.

Mục đích của sáng chế, mà đã được thực hiện để giải quyết vấn đề như vậy, là đề xuất tấm thép điện không định hướng bao gồm màng phủ cách điện có đặc tính cách điện, khả năng gia công, độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và

khả năng chống chịu nhiệt tuyệt vời mà không chứa cromat và đề xuất tác nhân xử lý bề mặt dùng cho tấm thép điện không định hướng để tạo ra màng phủ cách điện.

Cách thức giải quyết vấn đề

Sáng chế được thực hiện để giải quyết vấn đề nêu trên và đối tượng chính của sáng chế là tấm thép điện không định hướng và tác nhân xử lý bề mặt dùng cho tấm thép điện không định hướng sau đây.

(1) Tấm thép điện không định hướng bao gồm:

tấm thép kim loại nền và màng phủ cách điện mà được tạo ra trên tấm thép kim loại nền này, trong đó:

màng phủ cách điện chứa phosphat kim loại, nhựa hữu cơ, và hợp chất hữu cơ tan trong nước với tổng lượng lớn hơn hoặc bằng 50% khối lượng so với tổng khối lượng của màng phủ cách điện,

hợp chất hữu cơ tan trong nước có giá trị thông số độ hòa tan (solubility parameter, SP) nằm trong khoảng từ 10,0 đến 20,0 (cal/cm³)^{1/2},

phosphat kim loại chứa các nguyên tố kim loại là nhôm và kẽm, và

khi phép đo bằng phổ học quang điện tử bằng tia X được thực hiện từ bề mặt của màng phủ cách điện theo hướng độ dày của tấm thép điện không định hướng,

độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của kẽm đạt giá trị cực đại ở gần phía bề mặt hơn so với độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của nhôm đạt giá trị cực đại, và

giá trị cực đại của độ bền ở đỉnh 2p của kẽm gấp từ 1 đến 20 lần độ bền ở đỉnh 2p của nhôm ở độ sâu mà độ bền ở đỉnh 2p của kẽm đạt giá trị cực đại.

(2) Tấm thép điện không định hướng theo mục (1) nêu trên, trong đó màng phủ cách điện chứa nhựa acrylic làm nhựa hữu cơ với lượng từ 3 đến 50 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại.

(3) Tấm thép điện không định hướng theo mục (1) hoặc (2) nêu trên, trong đó phosphat kim loại còn chứa nguyên tố kim loại là một hoặc nhiều nguyên tố

được chọn từ nhóm bao gồm Co, Mg, Mn, và Ni.

(4) Tác nhân xử lý bề mặt dùng cho tấm thép điện không định hướng, tác nhân xử lý bề mặt này dùng để tạo ra màng phủ cách điện trên bề mặt của tấm thép điện không định hướng, tác nhân xử lý bề mặt này bao gồm:

nhựa hữu cơ với lượng từ 3 đến 50 phần trọng lượng và hợp chất hữu cơ tan trong nước với lượng 5 đến 50 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại chứa nhôm và kẽm, trong đó:

hợp chất hữu cơ tan trong nước có giá trị SP nằm trong khoảng từ 10,0 đến 20,0 (cal/cm³)^{1/2}, và

tỷ lệ mol giữa nguyên tố nhôm và nguyên tố kẽm trong phosphat kim loại (Al:Zn) nằm trong khoảng từ 10:90 đến 75:25.

(5) Tác nhân xử lý bề mặt dùng cho tấm thép điện không định hướng theo mục (4) nêu trên, trong đó nhựa hữu cơ là nhựa acrylic.

(6) Tác nhân xử lý bề mặt dùng cho tấm thép điện không định hướng theo mục (4) hoặc (5) nêu trên, còn chứa phosphat kim loại bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Co, Mg, Mn, và Ni.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể thu được tấm thép điện không định hướng bao gồm màng phủ cách điện có đặc tính cách điện, khả năng gia công, độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và khả năng chống chịu nhiệt tuyệt vời mà không chứa cromat.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ giản lược để mô tả cấu trúc của tấm thép điện không định hướng theo một phương án của sáng chế.

Fig.2 là biểu đồ để mô tả các trạng thái của phổ XPS của các màng phủ cách điện dùng cho tấm thép điện không định hướng.

Fig.3 là biểu đồ để mô tả các trạng thái của phổ XPS của các màng phủ cách điện dùng cho tấm thép điện không định hướng.

Fig.4 là biểu đồ để mô tả các trạng thái của phổ XPS của các màng phủ cách điện dùng cho tấm thép điện không định hướng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các tác giả tiến hành các nghiên cứu chuyên sâu về phương pháp tạo ra màng phủ cách điện mà kết hợp đặc tính cách điện, khả năng gia công, độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và khả năng chống chịu nhiệt và do đó đã thu được những phát hiện sau đây.

(a) Để phát huy tất cả các đặc tính bao gồm đặc tính cách điện, khả năng gia công, độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và khả năng chống chịu nhiệt, cần sử dụng phosphat kim loại chứa nhiều các nguyên tố kim loại.

(b) Là kết quả của các nghiên cứu của các tác giả, các tác giả tìm thấy rằng, bằng cách cô đặc phosphat kim loại của kẽm, mà có khả năng chống ăn mòn tuyệt vời, ở phía bề mặt của màng phủ cách điện và bằng cách cô đặc phosphat kim loại của nhôm, mà có độ bám dính và khả năng chống chịu nhiệt tuyệt vời, ở phía tấm thép kim loại nền, có thể kết hợp thêm độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và khả năng chống chịu nhiệt ngoài đặc tính cách điện và khả năng gia công.

(c) Tuy nhiên, chỉ bằng cách điều chỉnh các hàm lượng của nhôm và kẽm được bổ sung vào tác nhân xử lý bề mặt dưới dạng các phosphat kim loại của chúng, đã không thể tạo ra cấu trúc lớp phủ mà trong đó phosphat kim loại của kẽm được cô đặc ở phía bề mặt của màng phủ cách điện, và phosphat kim loại của nhôm được cô đặc ở phía tấm thép kim loại nền.

(d) Các tác giả tạo ra các màng phủ cách điện dưới các điều kiện khác nhau và phân tích cấu trúc của các màng phủ, kết quả là cấu trúc lớp phủ được mô tả ở trên có thể được tạo ra bằng cách kiểm soát thành phần của hợp chất hữu cơ tan trong nước mà được bổ sung vào tác nhân xử lý bề mặt cùng với các phosphat kim loại và kiểm soát điều kiện để gia nhiệt được thực hiện sau khi phủ tác nhân xử lý bề mặt.

(e) Mặc dù cơ chế cô đặc phosphat kim loại của kẽm ở phía bề mặt của màng phủ cách điện và cô đặc phosphat kim loại của nhôm ở phía tấm thép kim

loại nền là không rõ ràng, được phỏng đoán rằng độ ổn định của các ion kim loại trong các phosphat kim loại có ảnh hưởng.

(f) Trong các dung dịch dạng nước của chúng, nhiều phosphat kim loại là không ổn định và có xu hướng tạo kết tủa sớm. Vì vậy, các phosphat kim loại thường được cô đặc ở phía tấm thép. Tuy nhiên, bằng cách tối ưu hóa thành phần và lượng chất phụ gia của các hợp chất hữu cơ tan trong nước trong tác nhân xử lý bề mặt, có thể gây ra sự chênh lệch về độ ổn định giữa các nguyên tố kim loại và cụ thể là để cải thiện độ ổn định của phosphat kim loại của kẽm. Kết quả là, phosphat kim loại của kẽm, mà có độ ổn định cao, tạo kết tủa muộn hơn so với phosphat kim loại của nhôm, mà có độ ổn định tương đối thấp, và được cô đặc ở phía bề mặt của màng phủ cách điện.

(g) Ngoài ra, để tạo ra sự chênh lệch về vị trí cô đặc giữa kẽm và nhôm, cần giữ một khoảng thời gian để các nguyên tố trong tác nhân xử lý bề mặt khuếch tán đầy đủ, từ khi phủ tác nhân xử lý bề mặt lên bề mặt của tấm thép kim loại nền đến khi tác nhân xử lý bề mặt được đóng rắn. Theo quan điểm này, tấm thép kim loại nền được để nguyên trong một khoảng thời gian được xác định trước từ khi phủ tác nhân xử lý bề mặt, và cả tốc độ gia nhiệt và nhiệt độ gia nhiệt đều được kiểm soát là thấp.

(h) Bằng cách tối ưu hóa các điều kiện như trên, phosphat kim loại của kẽm được cô đặc ở phía bề mặt của màng phủ cách điện, làm cho có thể tạo ra màng phủ mà trong đó phosphat kim loại của nhôm được cô đặc ở phía tấm thép kim loại nền.

Sáng chế được thực hiện dựa trên những phát hiện được mô tả ở trên. Các yêu cầu của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

1. Kết cấu chung của tấm thép điện không định hướng

Fig.1 là sơ đồ giản lược để mô tả cấu trúc của tấm thép điện không định hướng theo một phương án của sáng chế. Tấm thép điện không định hướng 1 bao gồm tấm thép kim loại nền 11 và các màng phủ cách điện 13 được tạo ra trên các bề mặt của tấm thép kim loại nền 11. Mặc dù các màng phủ cách điện 13 được bố trí trên các bề mặt ở cả hai phía của tấm thép kim loại nền 11 theo hướng độ dày

của tấm thép kim loại nền 11 trên Fig.1, màng phủ cách điện 13 có thể được bố trí trên chỉ bề mặt ở một phía của tấm thép kim loại nền 11.

2. Tấm thép kim loại nền

Không có giới hạn cụ thể đối với loại thép của tấm thép kim loại nền 11 được sử dụng cho tấm thép điện không định hướng 1. Ví dụ, tốt hơn là sử dụng tấm thép điện không định hướng có thành phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng, Si: lớn hơn hoặc bằng 0,1% và Al: lớn hơn hoặc bằng 0,05%, với phần còn lại là Fe và các tạp chất.

Si (silic) là nguyên tố mà gia tăng điện trở và cải thiện các đặc tính từ khi có hàm lượng lớn hơn hoặc bằng 0,1% khối lượng. Khi hàm lượng của Si gia tăng, các đặc tính từ được cải thiện, nhưng đồng thời, độ giòn có xu hướng giảm khi gia tăng điện trở. Sự gia tăng độ giòn trở nên đáng chú ý khi hàm lượng của Si trở nên lớn hơn 4,0% khối lượng, và vì vậy hàm lượng của Si tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 4,0% khối lượng.

Cùng với Si, Al (nhôm) là nguyên tố mà gia tăng điện trở và cải thiện các đặc tính từ khi có hàm lượng lớn hơn hoặc bằng 0,05% khối lượng. Khi hàm lượng Al gia tăng, các đặc tính từ được cải thiện, nhưng đồng thời, các đặc tính cán có xu hướng giảm khi gia tăng điện trở. Sự giảm các đặc tính cán trở nên đáng chú ý khi hàm lượng Al trở nên lớn hơn 3,0% khối lượng, và vì vậy hàm lượng Al tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 3,0% khối lượng.

Miễn là tấm thép điện không định hướng có hàm lượng Si và hàm lượng Al được mô tả ở trên, không có giới hạn cụ thể đối với tấm thép điện không định hướng, và các loại tấm thép điện không định hướng đã biết có thể được sử dụng làm tấm thép kim loại nền 11.

Ngoài Si và Al được mô tả ở trên, Mn (mangan) có thể được chứa trong tấm thép kim loại nền 11 nằm trong khoảng từ 0,01 đến 3,0% khối lượng thay cho một phần của Fe trong phần còn lại. Ngoài ra, trong tấm thép kim loại nền theo một phương án của sáng chế, tổng hàm lượng của các nguyên tố khác như S (lưu huỳnh), N (nitơ), và C (cacbon) tốt hơn là nhỏ hơn 100ppm, tốt hơn nữa là nhỏ hơn 30ppm.

Theo một phương án của sáng chế, thỏi (ví dụ, phôi dẹt) có thành phần hóa học được trải qua quá trình cán nóng và cuộn thành cuộn như tấm cán nóng, được tôi ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 800 đến 1050°C khi đang ở trạng thái của tấm cán nóng khi cần thiết, sau đó được trải qua quá trình cán lạnh để có độ dày nằm trong khoảng từ 0,15 đến 0,50mm, và còn được tôi thêm để được tạo ra tấm thép kim loại nền, mà tốt hơn là được sử dụng làm tấm thép kim loại nền 11. Độ dày tấm của tấm thép kim loại nền 11 tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 0,25mm. Ngoài ra, trong quá trình tôi sau quá trình cán lạnh, nhiệt độ tôi tốt hơn là nằm trong khoảng từ 750 đến 1000°C.

Ngoài ra, tấm thép kim loại nền 11 tốt hơn là có độ nhám bề mặt tương đối nhỏ bởi vì độ nhám bề mặt nhỏ tạo ra các đặc tính từ thuận lợi. Cụ thể, độ nhám trung bình cộng (Ra) theo cả hai hướng cán và hướng vuông góc với hướng cán tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 1,0 μ m, tốt hơn nữa là từ 0,1 đến 0,5 μ m. Điều này là do Ra lớn hơn 1,0 μ m có xu hướng gây ra sự suy giảm các đặc tính từ.

3. Màng phủ cách điện

Màng phủ cách điện 13 được tạo ra ít nhất trên bề mặt ở một phía của tấm thép kim loại nền 11. Màng phủ cách điện là màng phủ cách điện mà chủ yếu chứa phosphat kim loại, nhựa hữu cơ, và hợp chất hữu cơ tan trong nước để được mô tả dưới đây một cách chi tiết và không chứa crom. Cụ thể, màng phủ cách điện chứa phosphat kim loại, nhựa hữu cơ, và hợp chất hữu cơ tan trong nước với tổng lượng là lớn hơn hoặc bằng 50% khối lượng so với tổng khối lượng của màng phủ cách điện. Mỗi thành phần sẽ được mô tả một cách chi tiết dưới đây.

3-1. Phosphat kim loại

Phosphat kim loại được chứa trong màng phủ cách điện trở thành hàm lượng chất rắn khi dung dịch (ví dụ, dung dịch dạng nước, v.v.) chủ yếu chứa axit phosphoric và các ion kim loại được sấy khô và có chức năng như chất gắn kết trong màng phủ cách điện. Không có giới hạn cụ thể đối với loại axit phosphoric, và các loại axit phosphoric khác nhau đã biết có thể được sử dụng; ví dụ, tốt hơn là sử dụng axit orthophosphoric, axit metaphosphatic, axit polyphosphoric, hoặc axit tương tự. Dung dịch của phosphat kim loại có thể được điều chế bằng cách

trộn ít nhất bất kỳ một trong số các oxit, các cacbonat, và các hydroxit của các ion kim loại vào trong một trong số các loại axit phosphoric khác nhau.

Phosphat kim loại chứa các nguyên tố kim loại là Al (nhôm) và Zn (kẽm). Nói cách khác, màng phủ cách điện chứa phosphat kim loại của Al (có nghĩa là, nhôm phosphat) và phosphat kim loại của Zn (có nghĩa là, kẽm phosphat).

Màng phủ cách điện theo một phương án của sáng chế có thể còn chứa, ngoại trừ các phosphat kim loại của Al và Zn, phosphat kim loại khác của nguyên tố kim loại M hóa trị hai. Nguyên tố kim loại M hóa trị hai này có thể là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm, ví dụ, Co, Mg, Mn, và Ni. Khi phosphat kim loại chứa nguyên tố kim loại M như được mô tả ở trên ngoại trừ nhôm phosphat và kẽm phosphat, có thể làm dày thêm màng phủ cách điện để cải thiện thêm các đặc tính của màng phủ cách điện.

Theo sáng chế, như được mô tả ở trên, màng phủ cách điện mà kết hợp đặc tính cách điện, khả năng gia công, độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và khả năng chống chịu nhiệt được tạo ra bằng cách cô đặc kẽm phosphat ở phía bề mặt của màng phủ cách điện và cô đặc nhôm phosphat ở phía tấm thép kim loại nền.

Cụ thể hơn, trong tấm thép điện không định hướng theo sáng chế, khi phép đo bằng phổ học quang điện tử bằng tia X (XPS) được thực hiện từ bề mặt của màng phủ cách điện theo hướng độ dày, độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của Zn đạt giá trị cực đại ở gần bề mặt hơn so với độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của Al đạt giá trị cực đại (còn được gọi là "điều kiện (a)" trong phần mô tả sau đây).

Lưu ý rằng, trong trường hợp mà có nhiều độ sâu mà tại đó đỉnh 2p của Zn đạt giá trị cực đại, độ sâu mà gần nhất với bề mặt của màng phủ cách điện của các độ sâu đó được sử dụng. Điều này cũng áp dụng với độ sâu mà tại đó đỉnh 2p của Al đạt giá trị cực đại.

Như được mô tả ở trên, vì các phosphat kim loại thường không ổn định trong các dung dịch dạng nước của chúng, các phosphat kim loại có xu hướng tạo kết tủa sớm để được cô đặc ở phía tấm thép kim loại nền. Mỗi Fig.2 đến Fig.4 là biểu đồ để mô tả các trạng thái của phổ XPS của các màng phủ cách điện dùng

cho tấm thép điện không định hướng. Fig.2 minh họa các kết quả của phép đo phổ XPS được thực hiện trên các mẫu mà bốn loại màng phủ cách điện chứa magie phosphat, coban phosphat, mangan phosphat, và nhôm phosphat được tạo ra trên đó. Nói cách khác, Fig.2 minh họa các kết quả phân tích liên quan đến các đỉnh 2p của Mg, Co, Mn, và Al trong các màng phủ cách điện. Lưu ý rằng, đối với bốn mẫu này, các tấm thép kim loại nền được sử dụng và các thành phần của các màng phủ cách điện khác ngoài các phosphat kim loại là tương tự, và các điều kiện của phép đo cũng là tương tự.

Như được minh họa trên Fig.2, trong trường hợp mà phosphat kim loại của một nguyên tố kim loại được sử dụng để tạo ra màng phủ cách điện, kết quả là độ bền ở đỉnh 2p được làm giảm khi độ sâu gần với bề mặt hơn, đối với tất cả các nguyên tố kim loại. Cũng từ kết quả này, được hiểu rằng các phosphat kim loại là không ổn định trong các dung dịch dạng nước của chúng và có xu hướng được cô đặc ở phía tấm thép kim loại nền.

Tiếp theo, các tác giả đã thực hiện phép phân tích tương tự trên bốn mẫu mà trên đó màng phủ cách điện chứa nhôm phosphat và kẽm phosphat, màng phủ cách điện chứa nhôm phosphat và magie phosphat, màng phủ cách điện chứa nhôm phosphat và coban phosphat, và màng phủ cách điện chứa nhôm phosphat và mangan phosphat. Các kết quả của phép phân tích được minh họa trên Fig.3 và Fig.4.

Fig.3 minh họa các kết quả phân tích liên quan đến các đỉnh 2p của Zn, Mg, Co, và Mn trong các màng phủ cách điện, và Fig.4 minh họa các kết quả phân tích liên quan đến các đỉnh 2p của Al trong các màng phủ cách điện.

Như được minh họa trên Fig.3, kết quả là độ bền ở các đỉnh 2p của Mg, Co, và Mn được làm giảm khi độ sâu gần bề mặt hơn. Ngược lại, thấy rằng đỉnh 2p của Zn đạt giá trị cực đại gần bề mặt của màng phủ cách điện và sau đó được làm giảm từ từ, như được minh họa bởi vùng được bao quanh bằng đường nét đứt.

Ngoài ra, như được minh họa trên Fig.4, độ bền ở các đỉnh 2p của Al trong các màng phủ cách điện trong các hỗn hợp với Mg, Co, và Mn đạt giá trị cực đại của chúng gần bề mặt của các màng phủ cách điện, trong khi độ bền ở đỉnh 2p

của Al trong hỗn hợp với Zn đạt giá trị cực đại ở độ sâu khoảng 150nm, như được minh họa bởi vùng được bao quanh bằng đường nét đứt. Như thấy rõ khi so sánh giữa Fig.3 và Fig.4, kết quả là độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của Zn đạt giá trị cực đại ở gần bề mặt hơn so với độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của Al đạt giá trị cực đại chỉ khi nhôm phosphat và kẽm phosphat được sử dụng trong hỗn hợp.

Các trường hợp mà ít nhất một hợp chất bất kỳ trong số magie phosphat, coban phosphat, mangan phosphat, và niken phosphat được chứa ngoại trừ nhôm phosphat và kẽm phosphat được kiểm tra theo cách tương tự như trên, kết quả là mối quan hệ vị trí giữa nhôm phosphat và kẽm phosphat được tái tạo.

Ngoài ra, khi phép đo bằng XPS được thực hiện trên tấm thép điện không định hướng theo sáng chế, giá trị cực đại của độ bền ở đỉnh 2p của Zn gấp từ 1 đến 20 lần độ bền ở đỉnh 2p của Al tại độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của Zn đạt giá trị cực đại (sau đây còn được gọi là "độ sâu Zn tối đa") (còn được gọi là "điều kiện (b)" trong phần mô tả sau đây). Nói cách khác, tại độ sâu tối đa của Zn, độ bền ở đỉnh 2p của Zn gấp từ 1 đến 20 lần độ bền ở đỉnh 2p của Al.

Nếu độ bền ở đỉnh 2p của Zn nhỏ hơn một lần so với độ bền ở đỉnh 2p của Al tại độ sâu tối đa của Zn, lượng kẽm phosphat không được cô đặc đầy đủ gần bề mặt của màng phủ cách điện, dẫn đến không thu được khả năng chống ăn mòn tuyệt vời. Mặt khác, nếu độ bền ở đỉnh 2p của Zn lớn hơn gấp 20 lần độ bền ở đỉnh 2p của Al, lượng nhôm phosphat trở thành nhỏ để không thể tạo ra độ bám dính và khả năng chống chịu nhiệt tuyệt vời. Tại độ sâu tối đa của Zn, độ bền ở đỉnh 2p của Zn tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 1,2 lần độ bền ở đỉnh 2p của Al, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 1,5 lần. Ngoài ra, độ bền ở đỉnh 2p của Zn tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 10 lần độ bền ở đỉnh 2p của Al, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 5 lần.

Ở đây, XPS là phương pháp đo phù hợp với việc quan sát sự phân bố của loại nguyên tử hóa học trong khi phân biệt giữa các loại nguyên tử hóa học. Từ việc quan sát bằng XPS mà trong đó sự bắn tóe được thực hiện trên màng phủ cách điện dọc theo hướng độ dày, sự phân bố theo hướng độ dày của các phosphat kim loại có thể được xác định.

Cụ thể, đỉnh 2p (đỉnh liên quan đến các điện tử 2p) của Al là đỉnh XPS từ liên kết Al-O trong nhôm phosphat, mà được quan sát thấy gần năng lượng liên kết 76eV, và đỉnh 2p (đỉnh liên quan đến các điện tử 2p) của Zn là đỉnh XPS từ liên kết Zn-O trong kẽm phosphat, mà được quan sát thấy gần năng lượng liên kết 1023eV.

Tương tự, các đỉnh 2p (các đỉnh liên quan đến các điện tử 2p) của các nguyên tố kim loại M khác (Co, Mg, Mn, và Ni) là các đỉnh XPS từ các liên kết M-O trong các phosphat kim loại của các nguyên tố kim loại M, mà được quan sát thấy, ví dụ, gần các năng lượng liên kết sau đây.

Coban phosphat: từ 780 đến 790eV

Magie phosphat: từ 50 đến 54eV

Mangan phosphat: từ 642 đến 650eV

Niken phosphat: từ 848 đến 855eV

Phổ XPS có thể được đo bằng thiết bị đo phổ quang điện tử bằng tia X bán thương mại. Các điều kiện để đo phổ XPS được thiết lập như sau.

Dụng cụ đo: Dụng cụ đo XPS PHI5600 từ ULVAC-PHI, Inc.

Nguồn tia X: MgK α

Diện tích phân tích: 800 μ m ϕ

Hiệu suất phun tóe: 2nm/phút (xét về SiO₂)

Bề mặt được đo: bề mặt ngoài cùng, 0,1, 0,5, 1, 2, 5, 10 phút, và quãng nghỉ 10 phút

3-2. Nhựa hữu cơ

Nhựa hữu cơ được chứa trong màng phủ cách điện ở trạng thái đang được phân tán trong phosphat kim loại có chức năng như chất gắn kết. Sự có mặt của nhựa hữu cơ trong phosphat kim loại giúp có thể hạn chế các hạt của phosphat kim loại không phát triển thành lớn và đẩy nhanh sự đa kết tinh của phosphat kim loại, cho phép sự hình thành của màng phủ cách điện mịn.

Không có giới hạn cụ thể đối với loại nhựa hữu cơ, và một, hoặc hai hoặc

nhiều hơn hai loại nhựa hữu cơ khác nhau đã biết như nhựa acrylic, nhựa polystyren, nhựa vinyl axetat, nhựa epoxy, nhựa polyuretan, nhựa polyamit, nhựa phenolic, nhựa melamin, nhựa silic, nhựa polypropylen và nhựa polyetylen. Tuy nhiên, tốt hơn là sử dụng nhựa acrylic làm nhựa hữu cơ theo quan điểm xét về độ ổn định của dung dịch axit.

Nhựa acrylic có thể là, ví dụ, polyme của một loại monome hoặc copolyme của hai hoặc nhiều hơn hai loại monome. Các ví dụ của các monome có sẵn cấu thành nhựa acrylic bao gồm, nhưng không bị giới hạn cụ thể là, metyl acrylat, etyl acrylat, n-butyl acrylat, i-butyl acrylat, n-octyl acrylat, i-octyl acrylat, 2-ethylhexyl acrylat, n-nonyl acrylat, n-dexyl acrylat, và n-dodexyl acrylat. Ngoài ra, axit acrylic, axit metacrylic, axit maleic, maleic anhydrit, axit fumaric, axit crotonic, axit itaconic, và axit tương tự có thể được sử dụng làm các monome có nhóm chức, và 2-hydroxyletyl(met)acrylat, 2-hydroxylpropyl(met)acrylat, 3-hydroxylbutyl(met)acrylat, 2-hydroxyletyl(met)allylete, và hợp chất tương tự có thể được sử dụng làm các monome có nhóm hydroxyl.

3-3. Hợp chất hữu cơ tan trong nước

Hợp chất hữu cơ tan trong nước được chứa trong màng phủ cách điện là hợp chất hữu cơ mà tan trong nước và tương thích với dung dịch vô cơ của phosphat kim loại hoặc hợp chất tương tự, như rượu, este, keton, ete, axit carboxylic, và đường. Bằng cách pha trộn hợp chất hữu cơ tan trong nước vào trong chất lỏng xử lý chứa phosphat kim loại và nhựa hữu cơ, hợp chất hữu cơ tan trong nước được chứa trong các thành phần vô cơ của phosphat kim loại và hợp chất tương tự khi chất lỏng xử lý được phủ lên bề mặt của tấm thép và được sấy khô. Lưu ý rằng, trong một phương án của sáng chế, tan trong nước có nghĩa là đặc tính mà hòa tan được vào trong nước một phần hoặc không giới hạn.

Hợp chất hữu cơ tan trong nước theo một phương án của sáng chế có giá trị SP nằm trong khoảng từ 10,0 đến 20,0 (cal/cm³)^{1/2}. Ở đây, giá trị SP mà được gọi là thông số độ hòa tan, thể hiện khả năng pha trộn giữa các chất nền.

Các giá trị SP là các giá trị đặc trưng riêng cho chất nền, và vì vậy dữ liệu tài liệu có thể được sử dụng cho chất nền tinh khiết. Trong trường hợp mà giá trị

cụ thể của giá trị SP thu được từ phép đo thực tế, giá trị có thể được xác định từ giá trị đo được của năng lượng làm bay hơi, và đối với dung dịch dạng nước, giá trị có thể được xác định từ sự thay đổi độ đục khi dung môi kém được bổ sung vào dung dịch dạng nước hoặc có thể được xác định từ độ hòa tan của dung dịch dạng nước trong dung môi mà đã biết giá trị SP của dung môi này.

Nếu giá trị SP nhỏ hơn $10,0 \text{ (cal/cm}^3)^{1/2}$, không thể cải thiện độ ổn định của kẽm phosphat một cách đầy đủ, và kẽm phosphat được phân phối rộng rãi trong màng phủ cách điện, không có đỉnh riêng biệt. Kết quả là, mặc dù giá trị cực đại của độ bền ở đỉnh 2p của Zn là ở gần bề mặt của màng phủ cách điện, giá trị cực đại này không lớn hơn độ bền ở đỉnh 2p của Al ở độ sâu, và không thể cải thiện khả năng chống ăn mòn một cách đầy đủ. Nói cách khác, điều kiện (b) không được thỏa mãn. Ngoài ra, hợp chất hữu cơ tan trong nước được phân tách dễ dàng trong chất lỏng xử lý, mà có thể gây ra việc phủ không đồng đều và phủ kém. Mặt khác, nếu giá trị SP lớn hơn $20,0 \text{ (cal/cm}^3)^{1/2}$, sự tương tác với phosphat kim loại trở nên cực kỳ yếu, nên kẽm phosphat không ổn định, và nhôm phosphat được cô đặc ở phía bề mặt của màng phủ cách điện. Nói cách khác, điều kiện (a) không được thỏa mãn.

Cụ thể, các ví dụ của hợp chất hữu cơ tan trong nước theo một phương án của sáng chế có thể bao gồm các rượu mạch thẳng như butanol và propanol làm rượu, các polyol như propylen glycol, glyxerin, etylen glycol, và trietylen glycol, các axit carboxylic như các keton bao gồm metyl etyl keton, dietyl keton, và hợp chất tương tự, axit axetic, và axit propionic, các carboxylat như natri maleat, các đường như sucroza và fructoza, xenlosolve như metyl xenlosolve và butyl xenlosolve, các carbitol như dietylen glycol monometyl ete và dietylen glycol dietyl ete, các este như các ete bao gồm tetraetylen glycol dimetyl ete, 1,4-dioxan, và hợp chất tương tự, và etylen glycol monometyl ete axetat. Trong số các hợp chất hữu cơ tan trong nước khác nhau này, các hợp chất có các giá trị SP nằm trong khoảng từ $10,0$ đến $20,0 \text{ (cal/cm}^3)^{1/2}$ có thể được sử dụng thuận lợi.

Để làm hợp chất hữu cơ tan trong nước, axit phosphonic thường được sử dụng. Tuy nhiên, axit phosphonic có giá trị SP mà không thỏa mãn phạm vi được

chỉ định và cũng có tính axit tương đối cao. Vì vậy, nếu giữ đủ thời gian từ khi phủ tác nhân xử lý bề mặt chứa axit phosphonic lên bề mặt của tấm thép kim loại nền đến khi tác nhân xử lý bề mặt đóng rắn, thì sẽ có thể tạo ra trên bề mặt của tấm thép kim loại nền.

Hợp chất hữu cơ tan trong nước còn lại trong màng phủ sau khi phủ và nung. Tại thời điểm này, thậm chí nếu điểm sôi hoặc điểm thăng hoa của hợp chất hữu cơ tan trong nước là thấp hơn điểm sôi của nước, hợp chất hữu cơ tan trong nước còn lại trong màng phủ sau khi phủ và nung vì hợp chất hữu cơ tan trong nước và phosphat kim loại tương tác với nhau. Ngoài ra, trong hoạt động thực tế, thời gian dành để sấy và nung màng phủ là khoảng vài giây, và vì vậy hợp chất hữu cơ tan trong nước còn lại trong màng phủ.

Tuy nhiên, để làm cho hợp chất hữu cơ tan trong nước còn lại trong màng phủ sau khi phủ và nung chắc chắn hơn, điểm sôi của hợp chất hữu cơ tan trong nước tốt hơn là cao hơn điểm sôi của nước trong trường hợp mà hợp chất hữu cơ tan trong nước là chất lỏng, và điểm thăng hoa của hợp chất hữu cơ tan trong nước tốt hơn là cao hơn điểm sôi của nước trong trường hợp mà hợp chất hữu cơ tan trong nước là chất rắn. Thuận lợi hơn là, điểm sôi hoặc điểm thăng hoa của hợp chất hữu cơ tan trong nước theo một phương án của sáng chế tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 150°C , tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 200°C . Bằng cách sử dụng hợp chất hữu cơ tan trong nước có điểm sôi hoặc điểm thăng hoa lớn hơn hoặc bằng 150°C , có thể hạn chế tỷ lệ dư lượng của hợp chất hữu cơ tan trong nước trong màng phủ không bị giảm để tạo ra hiệu quả bổ sung hợp chất hữu cơ tan trong nước phát huy chắc chắn hơn. Mặt khác, điểm sôi hoặc điểm thăng hoa của hợp chất hữu cơ tan trong nước theo một phương án của sáng chế tốt hơn là nhỏ hơn 300°C . Nếu điểm sôi hoặc điểm thăng hoa của hợp chất hữu cơ tan trong nước cao hơn hoặc bằng 300°C , hợp chất hữu cơ tan trong nước có thể gây ra sự dính bề mặt và sự chảy rữa.

4. Độ dày lớp phủ của màng phủ cách điện

Độ dày của màng phủ cách điện tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,3 đến $5,0\mu\text{m}$, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ $0,5\mu\text{m}$ đến $2,0\mu\text{m}$. Bằng cách chỉ định

độ dày lớp phủ của màng phủ cách điện nằm trong phạm vi này, có thể giữ được sự đồng nhất tuyệt vời.

5. Tác nhân xử lý bề mặt dùng cho tấm thép điện không định hướng

Tiếp theo, tác nhân xử lý bề mặt được sử dụng để tạo ra màng phủ cách điện khi tạo ra tấm thép điện không định hướng sẽ được mô tả một cách chi tiết dưới đây.

Tác nhân xử lý bề mặt theo một phương án của sáng chế là tác nhân xử lý trên cơ sở dung dịch dạng nước được sử dụng để tạo ra màng phủ cách điện được mô tả ở trên trên bề mặt của tấm thép kim loại nên có chức năng như tấm thép điện không định hướng. Tác nhân xử lý bề mặt này chứa nhựa hữu cơ với lượng từ 3 đến 50 phần trọng lượng và hợp chất hữu cơ tan trong nước với lượng từ 5 đến 50 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại chứa nhôm và kẽm.

Ở đây, để làm phosphat kim loại, nhựa hữu cơ, và hợp chất hữu cơ tan trong nước trong tác nhân xử lý bề mặt, phosphat kim loại, nhựa hữu cơ, và hợp chất hữu cơ tan trong nước được đề cập ở trên được sử dụng.

Ngoài ra, trong phosphat kim loại được chứa trong tác nhân xử lý bề mặt theo một phương án của sáng chế, tỷ lệ mol giữa nguyên tố nhôm và nguyên tố kẽm (Al:Zn) nằm trong khoảng từ 10:90 đến 75:25. Bằng cách thiết lập tỷ lệ mol giữa nguyên tố nhôm và nguyên tố kẽm nằm trong phạm vi này, màng phủ cách điện được tạo ra bởi tác nhân xử lý bề mặt thỏa mãn điều kiện (a) và điều kiện (b) liên quan đến phổ XPS. Tỷ lệ mol giữa nguyên tố nhôm và nguyên tố kẽm (Al:Zn) trong phosphat kim loại trong tác nhân xử lý bề mặt tốt hơn là nằm trong khoảng từ 30:70 đến 50:50.

Lưu ý rằng giá trị của tỷ lệ mol (Al:Zn) có thể được tính toán từ số lượng mol của nguyên tố nhôm và nguyên tố kẽm thu được bằng cách xác định bằng phép phân tích tác nhân xử lý bề mặt thu được bằng thiết bị đo phổ phát xạ nguyên tử thể điện tương kết hợp cảm ứng (ICP).

Hàm lượng của nhựa hữu cơ được chứa trong tác nhân xử lý bề mặt được

thiết lập là từ 3 đến 50 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại. Bằng cách thiết lập hàm lượng của nhựa hữu cơ nằm trong phạm vi này, có thể đặc biệt gia tăng độ ổn định của kẽm phosphat, sao cho điều kiện (a) và điều kiện (b) có thể được thỏa mãn. Ngoài ra, bằng cách thiết lập hàm lượng của nhựa hữu cơ nhỏ hơn hoặc bằng 50 phần trọng lượng, có thể gia tăng nồng độ của phosphat kim loại một cách tương đối và đảm bảo khả năng chống chịu nhiệt.

Hàm lượng của nhựa hữu cơ là tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 5 phần trọng lượng, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 10 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại. Ngoài ra, hàm lượng của nhựa hữu cơ là tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 40 phần trọng lượng, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng 30 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại.

Bằng cách làm cho hợp chất hữu cơ tan trong nước có giá trị SP nằm trong phạm vi được mô tả ở trên được chứa với lượng vừa đủ trong tác nhân xử lý bề mặt theo một phương án của sáng chế, kẽm phosphat được cô đặc ở phía bề mặt của màng phủ cách điện, giúp có thể tạo ra màng phủ mà trong đó nhôm phosphat được cô đặc ở phía tấm thép kim loại nền của màng phủ này. Hàm lượng của hợp chất hữu cơ tan trong nước được chứa trong tác nhân xử lý bề mặt được thiết lập là 5 đến 50 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại. Bằng cách thiết lập hàm lượng của hợp chất hữu cơ tan trong nước nằm trong phạm vi này, có thể đặc biệt gia tăng độ ổn định của kẽm phosphat, sao cho điều kiện (a) và điều kiện (b) có thể được thỏa mãn.

Ngoài ra, bằng cách thiết lập hàm lượng của hợp chất hữu cơ tan trong nước lớn hơn hoặc bằng 5 phần trọng lượng, khả năng đột dập cũng được cải thiện. Ngoài ra, bằng cách thiết lập hàm lượng của hợp chất hữu cơ tan trong nước nhỏ hơn hoặc bằng 50 phần trọng lượng, có thể hạn chế màng phủ cách điện không bị dính hoặc mờ, để có thể thu được bề mặt lớp phủ sáng bóng. Hàm lượng của hợp chất hữu cơ tan trong nước tốt hơn là lớn hơn hoặc bằng 8 phần trọng lượng, tốt hơn nữa là lớn hơn hoặc bằng 10 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại. Ngoài ra, hàm lượng của hợp chất hữu cơ tan trong nước tốt hơn là nhỏ hơn hoặc bằng 30 phần trọng lượng, tốt hơn nữa là nhỏ hơn hoặc bằng

20 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại.

Trong tác nhân xử lý bề mặt theo một phương án của sáng chế, ngoại trừ các thành phần được mô tả ở trên, ví dụ, thành phần chất gắn kết như hợp chất vô cơ của cacbonat, hydroxit, oxit, titanat, và vonfamat. Ngoài ra, chất làm sáng hoặc chất tương tự có thể được chứa thêm trong chất lỏng xử lý.

6. Phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng

Phương pháp sản xuất tấm thép điện không định hướng theo một phương án của sáng chế là phương pháp sản xuất mà tạo ra tấm thép điện không định hướng bao gồm tấm thép kim loại nền và màng phủ cách điện. Phương pháp sản xuất theo một phương án của sáng chế bao gồm bước phủ tác nhân xử lý bề mặt được mô tả ở trên lên bề mặt của tấm thép kim loại nền và bước gia nhiệt tấm thép kim loại nền với tác nhân xử lý bề mặt được phủ trên đó để tạo ra màng phủ cách điện.

Ở đây, để làm phương pháp phủ để phủ tác nhân xử lý bề mặt lên bề mặt của tấm thép kim loại nền không bị giới hạn cụ thể, và các hệ thống phủ khác nhau đã biết có thể được sử dụng. Để làm các hệ thống phủ như vậy, ví dụ, hệ thống phủ cán có thể được sử dụng, hoặc hệ thống phủ như hệ thống phun và hệ thống nhúng có thể được sử dụng.

Ngoài ra, như được mô tả ở trên, cần giữ một khoảng thời gian để các nguyên tố trong tác nhân xử lý bề mặt khuếch tán đầy đủ, từ khi phủ tác nhân xử lý bề mặt lên bề mặt của tấm thép kim loại nền đến khi tác nhân xử lý bề mặt được đóng rắn. Để đạt được điều này, đầu tiên, tấm thép kim loại nền được để yên trong lâu hơn hoặc bằng 1,5 giây từ khi phủ tác nhân xử lý bề mặt đến khi gia nhiệt. Sau đó, khi thực hiện quá trình gia nhiệt trên tấm thép kim loại nền với tác nhân xử lý bề mặt được phủ lên đó để tạo ra màng phủ cách điện, nhiệt độ gia nhiệt được thiết lập ở cao hơn hoặc bằng 220°C đến thấp hơn 260°C, và tốc độ gia nhiệt trung bình được thiết lập ở nhỏ hơn 25°C/giây từ khi bắt đầu quá trình gia nhiệt đến khi đạt nhiệt độ gia nhiệt. Không có giới hạn cụ thể đối với nhiệt độ tại thời điểm bắt đầu quá trình gia nhiệt, và nhiệt độ có thể là nhiệt độ gần nhiệt độ trong phòng.

Ngoài ra, không có giới hạn cụ thể đối với hệ thống gia nhiệt, có sẵn thiết

bị gia nhiệt bức xạ điện hình hoặc lò gia nhiệt bằng không khí, và quá trình gia nhiệt bằng điện như hệ thống gia nhiệt cảm ứng có thể được sử dụng.

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây với sự viện dẫn tới các ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trong ví dụ của sáng chế, các tấm thép kim loại nền bao gồm các thành phần hóa học bao gồm, theo % khối lượng, Si: 3,1%, Al: 0,6%, và Mn: 0,2%, với phần còn lại là Fe và các tạp chất, có độ dày tấm là 0,30mm, và có độ nhám trung bình cộng Ra là 0,32 μ m được sử dụng.

Trên các bề mặt của các tấm thép kim loại nền, các chất lỏng xử lý có các thành phần như được thể hiện trong bảng 1 được phủ sao cho lượng phủ là 1,0g/m², và các tấm thép kim loại nền được trải qua quá trình nung dưới các điều kiện như được thể hiện trong bảng 2. Lưu ý rằng ý nghĩa của các ký hiệu dùng cho các loại hợp chất hữu cơ tan trong nước như được thể hiện trong bảng 1 là như được thể hiện trong bảng 3. Trong bảng 2, mỗi giá trị tốc độ gia nhiệt có nghĩa là tốc độ gia nhiệt trung bình từ nhiệt độ trong phòng đến các nhiệt độ gia nhiệt, và mỗi giá trị thời gian gia nhiệt có nghĩa là thời gian giữ ở các nhiệt độ gia nhiệt tương ứng.

[Bảng 1]

Số	Phosphat kim loại					Hợp chất hữu cơ tan trong nước		Nhựa hữu cơ	
	Nhôm	Kẽm	Tỷ lệ mol Al : Zn	Nguyên tố thứ ba					
	Lượng pha trộn (phần trọng lượng)	Lượng pha trộn (phần trọng lượng)		Nguyên tố	Lượng pha trộn (phần trọng lượng)	Loại	Lượng pha trộn (phần trọng lượng)	Loại	Lượng pha trộn (phần trọng lượng)
1	50	50	45 : 55	-		GL	10	Nhựa acrylic	30
2	77	23	73 : 27	-		EG	10	Nhựa acrylic	20
3	17	83	14 : 86	-		IPA	6	Nhựa acrylic	15
4	33	50	35 : 65	Mg	17	POESMO	15	Nhựa epoxy	10
5	33	47	36 : 64	Mn	20	PEGMS	20	Nhựa epoxy	20
6	33	50	35 : 65	Co	17	POESMO	10	Nhựa epoxy	40
7	33	43	38 : 62	Ni	24	POESMO	10	Nhựa epoxy	10
8	50	50	45 : 55	-		IPA	10	Nhựa acrylic	5
9	50	50	45 : 55	-		EG	40	Nhựa epoxy	40
10	100	0	100 : 0	-		PEGMS	20	Nhựa epoxy	30
11	96	4	95 : 5	-		PEGMS	20	Nhựa epoxy	30
12	0	100	0 : 100	-		PEGMS	20	Nhựa epoxy	40
13	3	97	2 : 98	-		PEGMS	20	Nhựa epoxy	30
14	50	50	45 : 55	-		MEK	10	Nhựa acrylic	30
15	33	50	35 : 65	Mg	17	EA	5	Nhựa acrylic	30
16	50	50	45 : 55	-		SML	10	Nhựa acrylic	30
17	33	50	35 : 65	Co	17	PEMO	20	Nhựa acrylic	30
18	50	50	45 : 55	-		IPA	3	Nhựa acrylic	30
19	50	50	45 : 55	-		GL	60	Nhựa acrylic	30
20	50	50	45 : 55	-		IPA	10	Nhựa acrylic	2
21	50	50	45 : 55	-		EG	10	Nhựa epoxy	60
22	50	0	100 : 0	Co	50	POESMO	10	Nhựa epoxy	30
23	50	0	100 : 0	Mn	50	PEGMS	10	Nhựa epoxy	30
24	50	0	100 : 0	Mg	50	POESMO	10	Nhựa epoxy	30
25	50	0	100 : 0	Ni	50	POESMO	10	Nhựa epoxy	30
26	50	50	45 : 55	-		-		Nhựa acrylic	30
27	50	50	45 : 55	-		GL	10	Nhựa acrylic	30
28	50	50	45 : 55	-		GL	10	Nhựa acrylic	30
29	50	50	45 : 55	-		GL	10	Nhựa acrylic	30

[Bảng 2]

Số	Thời gian từ khi phủ đến khi gia nhiệt (giây)	Điều kiện gia nhiệt		
		Tốc độ gia nhiệt (°C/giây)	Nhiệt độ gia nhiệt (°C)	Thời gian gia nhiệt (giây)
1	1,7	17,3	250	30
2	2,1	14,3	250	30
3	1,5	23,9	250	30
4	1,9	15,3	250	30
5	2,8	10,6	250	30
6	1,9	15,3	250	30
7	1,9	15,3	250	30
8	1,5	23,9	250	30
9	2,1	14,3	250	30
10	2,8	10,6	250	30
11	2,8	10,6	250	30
12	2,8	10,6	250	30
13	2,8	10,6	250	30
14	1,6	18,4	250	30
15	2,1	14,3	250	30
16	2,1	14,3	250	30
17	2,1	14,3	250	30
18	1,5	23,9	250	30
19	1,5	23,9	250	30
20	1,5	23,9	250	30
21	1,5	23,9	250	30
22	2,8	10,6	250	30
23	2,8	10,6	250	30
24	2,8	10,6	250	30
25	2,8	10,6	250	30
26	1,9	15,3	250	30
27	0,4	24,6	250	30
28	1,5	34,3	250	30
29	1,7	17,3	360	30

[Bảng 3]

Ký hiệu	Tên hợp chất hữu cơ	Giá trị SP ((cal/cm ³) ^{1/2})
IPA	Isopropanol	11,5
EG	Etylen glycol	14,2
GL	Glyxerin	16,5
POESMO	Polyoxyetylen sorbitan monooleat	18,8
PEGMS	Polyetylen glycol monostearat	19,1
MEK	Metyl etyl keton	9,3
EA	Etyl axetat	9,1
SML	Sorbitan monolaurat	20,4
PEMO	Pentaerythritol monooleat	22,1

Để làm phosphat kim loại, các chất lỏng xử lý phosphat kim loại được điều chế bằng cách trộn và khuấy axit orthophosphoric, và các hydroxit, các oxit, và các cacbonat của các kim loại như $\text{Al}(\text{OH})_3$, ZnO , và $\text{Mg}(\text{OH})_2$, và các chất lỏng xử lý phosphat kim loại được tạo ra dưới dạng các dung dịch dạng nước 40% khối lượng của chúng. Lưu ý rằng các chất phản ứng được sử dụng đều có sẵn trên thị trường.

Bảng 1 thể hiện lượng pha trộn của nhôm phosphat trong các phosphat kim loại, lượng pha trộn của kẽm phosphat trong các phosphat kim loại, và lượng pha trộn của phosphat kim loại của nguyên tố thứ ba trong các phosphat kim loại xét về phần trọng lượng. Bảng 1 cũng thể hiện các tỷ lệ mol giữa nguyên tố nhôm và nguyên tố kẽm trong các phosphat kim loại.

Các hợp chất hữu cơ tan trong nước được sử dụng là có sẵn trên thị trường và có các giá trị SP như được thể hiện trong bảng 3.

Để làm nhựa acrylic, sử dụng nhựa acrylic mà đã được tạo ra bằng cách copolyme hóa metyl metacrylat với lượng 30% khối lượng, styren monome với lượng 45% khối lượng, 2-hydroxyetyl metacrylat với lượng 10% khối lượng, và etylen glycol metacrylat với lượng 5% khối lượng bằng chất hoạt động bề mặt phản ứng anion với lượng 5% khối lượng và chất hoạt động bề mặt phản ứng không ion với lượng 5% khối lượng và được tạo ra dung dịch nhũ tương 30% của

nhựa acrylic này. Lưu ý rằng các chất phản ứng được sử dụng cho sự polyme hóa thành nhựa acrylic đều có sẵn trên thị trường.

Để làm nhựa epoxy, sử dụng nhựa epoxy mà đã được tạo ra bằng cách làm biến tính nhựa bisphenol A epoxy bằng monoetanolamin và sau đó được trải qua sự polyme hóa ghép với succinic anhydrit để được nhũ hóa. Lưu ý rằng các chất phản ứng được sử dụng cho sự polyme hóa thành nhựa epoxy đều có sẵn trên thị trường.

Các tỷ lệ pha trộn của phosphat kim loại, hợp chất hữu cơ tan trong nước, và nhựa hữu cơ trong mỗi chất lỏng xử lý như được thể hiện trong bảng 1 là các tỷ lệ pha trộn của phosphat kim loại, hợp chất hữu cơ tan trong nước, và nhựa hữu cơ trong mỗi màng phủ cách điện sau khi phủ và sấy khô.

Phổ XPS được đo trên mỗi mẫu của các tấm thép điện không định hướng thu được, và được xác định là có thỏa mãn điều kiện (a) và điều kiện (b) hay không. Mẫu thỏa mãn điều kiện được cho điểm "A" về điều kiện, và mẫu không thỏa mãn điều kiện được cho điểm "B" về điều kiện. Các điều kiện để đo phổ XPS là như được đề cập nêu trên.

Ngoài ra, mỗi mẫu được trải qua các thử nghiệm đánh giá khác nhau. Cách đánh giá các mẫu được tạo ra sẽ được mô tả một cách chi tiết dưới đây.

Đối với độ bám dính, các mẫu tấm thép có các băng dính được dính vào đó được cuộn xung quanh các thanh kim loại có đường kính 10mm, 20mm, và 30mm, sau đó các băng dính được xé ra, và độ bám dính được đánh giá từ dấu vết của vết xé. Mẫu không xé ra được ngay cả khi mẫu được uốn cong khoảng 10mmφ được cho điểm "A", mẫu không xé ra được khi mẫu được uốn cong khoảng 20mmφ được cho điểm "B", mẫu không xé ra được khi mẫu được uốn cong khoảng 30mmφ được cho điểm "C", và mẫu mà xé ra được được cho điểm "D". Đối với độ bám dính, các mẫu mà được cho điểm "A" hoặc "B" được đánh giá là tốt.

Đối với đặc tính cách điện, dựa trên khả năng cách điện bề mặt được đo phù hợp với JIS (JIS C2550-4:2019), mẫu có khả năng cách điện bề mặt nhỏ hơn $5 \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{tấm}$ được cho điểm "D", mẫu có khả năng cách điện bề mặt lớn hơn hoặc

bằng $5 \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{tám}$ đến nhỏ hơn $10 \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{tám}$ được cho điểm "C", mẫu có khả năng cách điện bề mặt lớn hơn hoặc bằng $10 \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{tám}$ đến nhỏ hơn $50 \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{tám}$ được cho điểm "B", và mẫu có khả năng cách điện bề mặt lớn hơn hoặc bằng $50 \Omega \cdot \text{cm}^2/\text{tám}$ được cho điểm "A". Đối với đặc tính cách điện, các mẫu mà được cho điểm "A" hoặc "B" được đánh giá là tốt.

Khả năng chống chịu nhiệt được đánh giá xét về khả năng chống ăn mòn sau khi tôi để giảm bớt ứng lực. Các mẫu được trải qua quá trình xử lý gia nhiệt trong 1 giờ trong môi trường 100% nitơ ở 850°C và sau đó để yên trong buồng kiểm soát nhiệt độ và độ ẩm ở nhiệt độ 50°C và độ ẩm 90% trong 48 giờ, và phần điện tích của gỉ xuất hiện trên bề mặt của mỗi mẫu được đánh giá như khi đánh giá khả năng chống ăn mòn. Tiêu chí đánh giá được thể hiện dưới đây; điểm 9 và 10 được xác định là "A", điểm 6, 7, và 8 được xác định là "B", điểm 4 và 5 được xác định là "C", điểm 1, 2, và 3 được xác định là "D", và các mẫu được cho điểm "A" hoặc "B" được đánh giá là tốt.

Đối với khả năng gia công, tải trọng phá vỡ của mỗi mẫu được đo và được sử dụng làm chỉ số cho khả năng gia công. Lưỡi dao cắt được thiết lập để tiếp xúc vuông góc với mẫu được gia công thành $3\text{cm} \times 6\text{cm}$, và đo tải trọng khi mẫu bị phá vỡ. Tải trọng phá vỡ được so sánh với tải trọng phá vỡ của mẫu không có màng phủ cách điện được phủ lên mẫu này; tỷ lệ giữa các tải trọng phá vỡ nhỏ hơn 0,95 được xác định là "A", tỷ lệ lớn hơn hoặc bằng 0,95 đến nhỏ hơn 1,00 được xác định là "B", tỷ lệ lớn hơn hoặc bằng 1,00 đến nhỏ hơn 1,05 được xác định là "C", tỷ lệ lớn hơn hoặc bằng 1,05 đến nhỏ hơn 1,10 được xác định là "D", và tỷ lệ lớn hơn hoặc bằng 1,10 được xác định là "E". Các mẫu được cho điểm "A" hoặc "B" cho khả năng gia công được đánh giá là tốt.

Khả năng chống ăn mòn được đánh giá phù hợp với thử nghiệm phun muối theo JIS (JIS Z2371:2015). Cụ thể, mỗi mẫu trải qua 5 chu kỳ, mỗi chu kỳ bao gồm bước phun dung dịch dạng nước NaCl 5% trong môi trường ở 35°C trong 1 giờ lên mẫu, bước giữ lại mẫu trong môi trường ở nhiệt độ 60°C và độ ẩm 40% trong 3 giờ, và bước giữ lại mẫu trong môi trường ở nhiệt độ 40°C và độ ẩm 95% trong 3 giờ, và sau đó phần diện tích xuất hiện gỉ trên bề mặt của mẫu được đánh

giá trên thang điểm 10. Tiêu chí đánh giá được thể hiện dưới đây. Các mẫu được cho điểm cao hơn hoặc bằng 5 cho khả năng chống ăn mòn được đánh giá là tốt.

10: Không xuất hiện gỉ

9: Xuất hiện lượng gỉ rất nhỏ (phần diện tích nhỏ hơn hoặc bằng 0,10%)

8: Phần diện tích xuất hiện gỉ = lớn hơn 0,10% đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,25%

7: Phần diện tích xuất hiện gỉ = lớn hơn 0,25% đến nhỏ hơn hoặc bằng 0,50%

6: Phần diện tích xuất hiện gỉ = lớn hơn 0,50% đến nhỏ hơn hoặc bằng 1,0%

5: Phần diện tích xuất hiện gỉ = lớn hơn 1,0% đến nhỏ hơn hoặc bằng 2,5%

4: Phần diện tích xuất hiện gỉ = lớn hơn 2,5% đến nhỏ hơn hoặc bằng 5,0%

3: Phần diện tích xuất hiện gỉ = lớn hơn 5,0% đến nhỏ hơn hoặc bằng 10%

2: Phần diện tích xuất hiện gỉ = lớn hơn 10% đến nhỏ hơn hoặc bằng 25%

1: Phần diện tích xuất hiện gỉ = lớn hơn 25% đến nhỏ hơn hoặc bằng 50%

Đối với hình thức, mẫu mà sáng bóng, nhẵn, và đồng nhất được cho điểm 5, mẫu mà sáng bóng nhưng có độ đồng nhất hơi kém được cho điểm 4, mẫu mà sáng bóng ít và nhẵn nhưng có độ đồng nhất kém được cho điểm 3, mẫu mà sáng bóng ít và có độ nhẵn hơi kém và độ đồng nhất kém được cho điểm 2, và mẫu mà có độ sáng bóng, độ đồng nhất, và độ nhẵn kém được cho điểm 1. Các mẫu được cho điểm cao hơn hoặc bằng 3 về hình thức được đánh giá là tốt.

Đối với mỗi mẫu, độ dày của màng phủ cách điện của mẫu được đo bằng thiết bị đo độ dày lớp phủ kỹ thuật điện, và hệ số khoảng hở (%) được tính toán từ các giá trị đo được của màng phủ cách điện trên các bề mặt của tấm thép kim loại nền của nó và độ dày tấm của tấm thép kim loại nền ($300\mu\text{m}$). Hệ số khoảng hở trong ví dụ của sáng chế có thể được tính toán bằng độ dày lớp phủ d_1 (μm) của màng phủ cách điện được minh họa trên Fig.1 làm hệ số khoảng hở (%) = $\{300\mu\text{m} / (300\mu\text{m} + 2 \times d_1)\} \times 100$.

Các kết quả thu được được tổng hợp như được thể hiện trong bảng 4.

[Bảng 4]

Số	Phổ XPS		Kết quả đánh giá							
	Điều kiện (a)	Điều kiện (b)	Độ bám dính	Đặc tính cách điện	Khả năng chống chịu nhiệt	Khả năng gia công	Khả năng chống ăn mòn	Hình thức	Hệ số khoảng hở (%)	
1	A	A	B	B	A	B	9	4	99,6	Ví dụ của sáng chế
2	A	A	A	B	B	A	10	5	99,4	Ví dụ của sáng chế
3	A	A	B	A	A	B	7	5	99,5	Ví dụ của sáng chế
4	A	A	B	B	B	B	10	4	99,5	Ví dụ của sáng chế
5	A	A	B	B	B	B	8	5	99,5	Ví dụ của sáng chế
6	A	A	B	B	B	B	9	5	99,3	Ví dụ của sáng chế
7	A	A	B	B	B	A	9	4	99,4	Ví dụ của sáng chế
8	A	A	B	B	B	B	7	4	99,3	Ví dụ của sáng chế
9	A	A	B	B	B	B	10	5	99,3	Ví dụ của sáng chế
10	B	B	B	B	B	C	3	4	99,3	Ví dụ so sánh
11	B	B	B	B	B	C	4	2	99,4	Ví dụ so sánh
12	B	B	C	B	D	B	8	2	99,2	Ví dụ so sánh
13	B	B	C	A	C	B	7	5	99,0	Ví dụ so sánh
14	A	B	C	C	B	B	4	1	99,6	Ví dụ so sánh
15	A	B	B	C	B	B	3	2	99,4	Ví dụ so sánh
16	B	A	B	A	C	C	4	4	99,3	Ví dụ so sánh
17	B	A	C	B	B	B	2	1	98,9	Ví dụ so sánh
18	A	B	B	B	B	C	3	1	99,2	Ví dụ so sánh
19	B	A	C	C	C	B	7	2	99,2	Ví dụ so sánh
20	B	A	C	B	B	C	5	3	99,2	Ví dụ so sánh
21	B	B	B	C	D	B	8	3	99,3	Ví dụ so sánh
22	B	B	B	B	B	B	4	4	99,4	Ví dụ so sánh
23	B	B	B	A	C	B	3	3	99,2	Ví dụ so sánh
24	B	B	B	B	B	B	4	2	99,3	Ví dụ so sánh
25	B	B	B	A	C	B	3	3	99,3	Ví dụ so sánh
26	B	A	B	B	B	B	4	2	99,4	Ví dụ so sánh
27	A	B	B	B	B	B	2	4	99,5	Ví dụ so sánh
28	A	B	B	B	B	B	3	3	99,5	Ví dụ so sánh
29	A	B	C	B	C	C	3	4	99,5	Ví dụ so sánh

Như thấy rõ từ bảng 4, các mẫu trong các phương án ví dụ của sáng chế

thỏa mãn các thông số kỹ thuật theo sáng chế không chứa cromat và thể hiện nhiều đặc tính tuyệt vời hơn về đặc tính cách điện, khả năng gia công, độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và khả năng chống chịu nhiệt. Ngược lại, các mẫu trong các ví dụ so sánh nằm ngoài một trong số các thông số kỹ thuật bất kỳ theo sáng chế không cung cấp các đặc tính kết hợp tính cách điện, khả năng gia công, độ bám dính, khả năng chống ăn mòn, và khả năng chống chịu nhiệt.

Danh mục số chỉ dẫn

1. Tấm thép điện không định hướng
11. Tấm thép kim loại nền
13. Màng phủ cách điện

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm thép điện không định hướng, tấm thép này bao gồm:

tấm thép kim loại nền và màng phủ cách điện mà được tạo ra trên tấm thép kim loại nền này, trong đó:

màng phủ cách điện chứa phosphat kim loại, nhựa hữu cơ, và hợp chất hữu cơ tan trong nước với tổng lượng lớn hơn hoặc bằng 50% khối lượng so với tổng khối lượng của màng phủ cách điện, và không chứa cromat,

hợp chất hữu cơ tan trong nước là một hoặc nhiều hợp chất được chọn từ nhóm bao gồm rượu, este, keton, ete, axit carboxylic, và đường, và có giá trị thông số độ hòa tan (solubility parameter, SP) nằm trong khoảng từ 10,0 đến 20,0 $(\text{cal}/\text{cm}^3)^{1/2}$,

nhựa hữu cơ là nhựa acrylic hoặc nhựa epoxy,

phosphat kim loại chứa các nguyên tố kim loại là nhôm và kẽm, và

khi phép đo bằng phổ học quang điện tử bằng tia X được thực hiện từ bề mặt của màng phủ cách điện theo hướng độ dày của tấm thép điện không định hướng,

độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của kẽm đạt giá trị cực đại ở gần phía bề mặt hơn so với độ sâu mà ở đó độ bền ở đỉnh 2p của nhôm đạt giá trị cực đại, và

giá trị cực đại của độ bền ở đỉnh 2p của kẽm gấp từ 1 đến 20 lần độ bền ở đỉnh 2p của nhôm ở độ sâu mà độ bền ở đỉnh 2p của kẽm đạt giá trị cực đại.

2. Tấm thép điện không định hướng theo điểm 1, trong đó màng phủ cách điện chứa nhựa acrylic là nhựa hữu cơ với lượng từ 3 đến 50 phần trọng lượng trên 100 phần trọng lượng phosphat kim loại.

3. Tấm thép điện không định hướng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó phosphat kim loại còn chứa nguyên tố kim loại là một hoặc nhiều nguyên tố được chọn từ nhóm bao gồm Co, Mg, Mn và Ni.

Fig.1

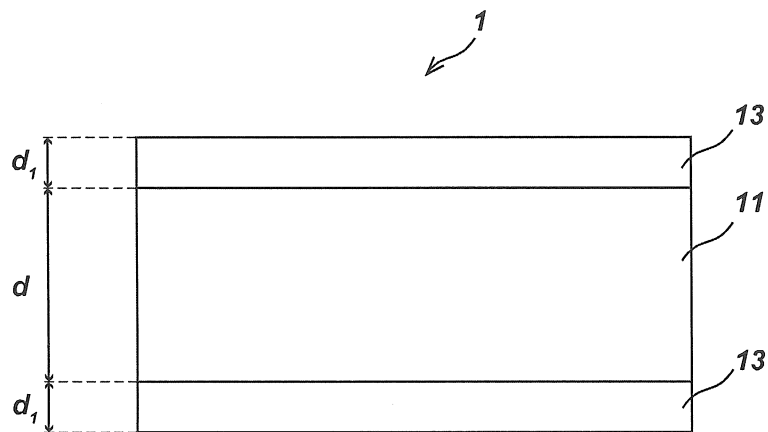


Fig.2

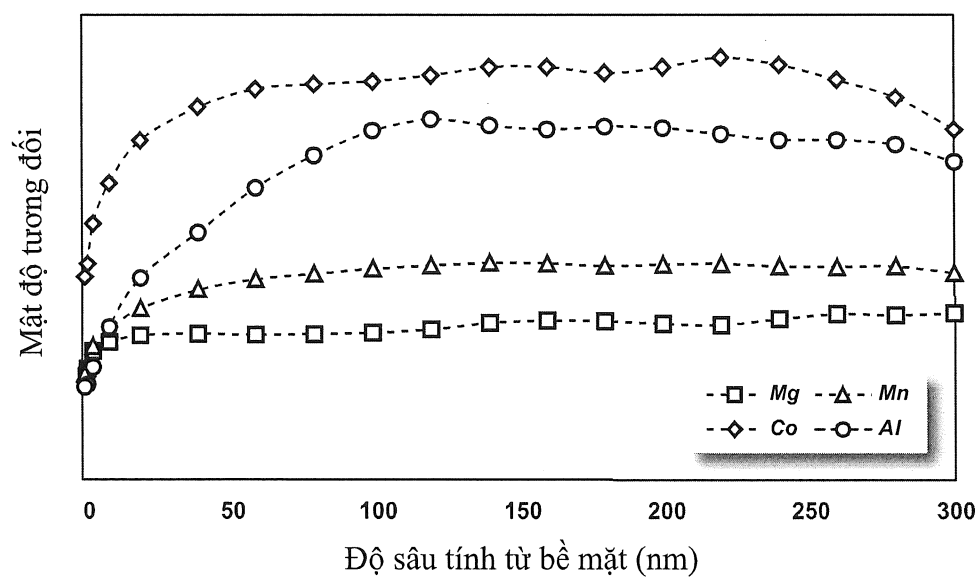


Fig.3

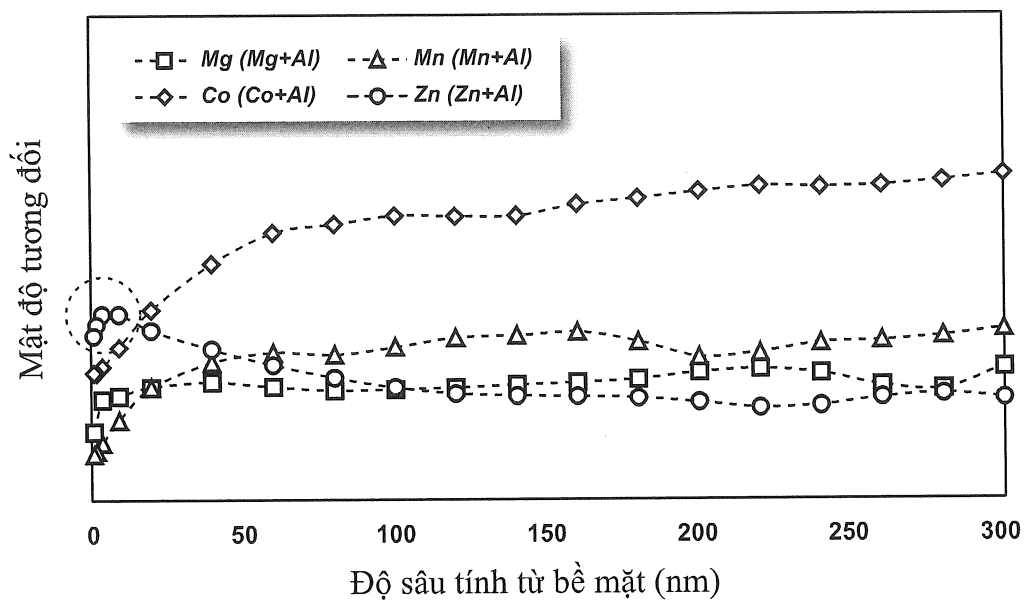


Fig.4

